

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application) *I hereby certify that this paper is being deposited with the United
Applicant: Morikawa et al.) States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to:
Serial No.) Mail Stop PATENT APPLICATION, Commissioner for Patents, P.O.
Filed: March 24, 2004) Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on this date.*
For: RECORDING MEDIUM AND) *March 24, 2004* *Darl Cane*
METHOD OF MAKING THE SAME) Date Express Mail Label No.: EV032735887US
Art Unit:)

CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2003-341862, filed September 30, 2003.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By

Patrick G. Burns
Registration No. 29,367

Customer No. 24978

March 24, 2004
300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, Illinois 60606
Phone: (312) 360-0080
Fax: (312) 360-9315
P&DOCS\1109\70145\481998.DOC

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 9月30日
Date of Application:

出願番号 特願2003-341862
Application Number:

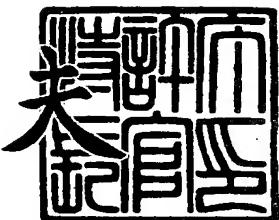
[ST. 10/C] : [JP2003-341862]

出願人 富士通株式会社
Applicant(s):

2003年12月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願
 【整理番号】 0395339
 【提出日】 平成15年 9月30日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G11B 11/10 500
 G11B 5/65

【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 森河 剛

【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 玉野井 健

【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 上村 拓也

【特許出願人】
 【識別番号】 000005223
 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】
 【識別番号】 100086380
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 吉田 稔

【選任した代理人】
 【識別番号】 100103078
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 田中 達也
 【連絡先】 06-6764-6664

【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 024198
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9807281

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

基板と、
垂直磁気異方性を有して記録機能を担う記録層と、
前記基板から前記記録層までの間に位置する下地層と、
前記下地層よりも大きな表面張力を有し、当該下地層における前記記録層の側に接する
、初期層と、
前記初期層における前記記録層の側に接する機能性層と、を含む積層構造を有する、記
録媒体。

【請求項 2】

基板と、
垂直磁気異方性を有して記録機能を担う記録層と、
前記基板から前記記録層までの間に位置する第1下地層と、
前記第1下地層よりも大きな表面張力を有し、当該第1下地層における前記記録層の側
に接する、初期層と、
前記初期層における前記記録層の側に接する機能性層と、
前記機能性層における前記記録層の側に接する第2下地層と、
前記第2下地層よりも大きな表面張力を有し、当該第2下地層および前記記録層の間に介
在する凹凸制御層と、を含む積層構造を有する、記録媒体。

【請求項 3】

前記機能性層は、放熱層、非磁性層、記録磁界低減層、または軟磁性層である、請求項
1または2に記載の記録媒体。

【請求項 4】

基材上に下地層を形成するための工程と、
前記下地層上に当該下地層よりも大きな表面張力を有する材料をアイランド成長させることにより、初期層を形成するための工程と、
前記初期層上に機能性層を形成するための工程と、
前記機能性層の上位に、記録機能を担う記録層を形成するための工程と、を含む、記録
媒体の製造方法

【請求項 5】

基材上に第1下地層を形成するための工程と、
前記第1下地層上に当該第1下地層よりも大きな表面張力を有する材料をアイランド成
長させることにより、初期層を形成するための工程と、
前記初期層上に機能性層を形成するための工程と、
前記機能性層上に当該機能性層よりも小さな表面張力を有する第2下地層を形成するた
めの工程と、
前記第2下地層上に当該第2下地層よりも大きな表面張力を有する材料をアイランド成
長させることにより、凹凸制御層を形成するための工程と、
前記凹凸制御層上に、記録機能を担う記録層を形成するための工程と、を含む、記録媒
体の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】記録媒体およびその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、垂直磁気異方性を有する記録層を備える記録媒体、および、その製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

垂直磁気異方性を有する記録層を備える記録媒体として、光磁気記録媒体および垂直磁気記録媒体が知られている。光磁気記録媒体は、磁性材料における種々の磁気特性を利用して構成され、熱磁気的な記録および磁気光学効果を利用した再生という2つの機能を担う書換え可能な記録媒体である。光磁気記録媒体は、希土類一遷移金属アモルファス合金よりもなる垂直磁化膜により構成される記録層を有する。垂直磁化膜は、膜面に対して垂直な方向に磁化容易軸を有する。光磁気記録媒体では、このような記録層において、磁化方向の変化として所定の信号が記録されている。光磁気記録媒体への記録は、記録層の所定箇所に対するレーザ照射による昇温と、当該所定箇所に対する磁界印加との組み合わせによって、行われる。記録信号は、磁化方向の変化として、読み取り用の所定の光学系で読み取られる。

【0003】

光磁気記録媒体の技術の分野では、読み取り用の光学系における解像度の限界を超えて高密度に記録された信号を実用的に再生するための、種々の再生方式が開発されている。例えば、MSR(magnetically induced super resolution)、MAMMOS(magnetic amplifying magneto-optical system)、および、DWDD(domain wall displacement detection)である。これらの方で再生される光磁気記録媒体は、再生方式に応じて、記録層および他の磁性層よりもなる所定の多層構造を有する記録磁性部を備える。光磁気記録媒体について、例えば下記の特許文献1～3に記載されている。

【0004】

【特許文献1】特開2002-315287号公報

【特許文献2】特開2002-352485号公報

【特許文献3】特開2003-187506号公報

【0005】

記録磁性部の構成に着目した再生方式の工夫に加えて、読み取り用の光学系について読み取り解像度を向上することも、光磁気記録媒体の高記録密度化を図るために資する。読み取り用の光学系の解像度は、再生用レーザの波長を短くしたり、対物レンズ(媒体に対面するレンズ)の開口数NAを大きくすることにより、向上することができる。レーザについては、例えば、従来の波長660nmのものから、青色領域の波長405nmを有するブルーレーザが実用可能となってきた。また、開口数NAについては、例えば、NA0.55の従来のレンズから、NA0.85のレンズが実用可能となってきた。

【0006】

しかしながら、開口数NAの大きなレンズほど、焦点距離が短いため、従来のバックイルミネーション方式の光学系に適用するのが困難となる傾向にある。バックイルミネーション方式の光学系においては、機械的強度の観点から所定の厚さが必要とされる比較的分厚い透明基板の側から、記録層ないし記録磁性部に対してレーザ照射が行われるために、レンズに対しては比較的長い焦点距離が求められるからである。

【0007】

開口数NAの大きなレンズを読み取り用の光学系で活用すべく、光磁気記録媒体の技術の分野においては、バックイルミネーション方式に代えてフロントイルミネーション方式の実用化に対する要求が高い。フロントイルミネーション方式の光学系においては、基板とは反対の側から記録層ないし記録磁性部にレーザ照射が行われ、レンズに対して、バックイルミネーション方式ほどの長い焦点距離は求められない。このようなフロントイルミネ

ーション方式は、上述のMSR方式、MAMMOS方式、およびDWD D方式の光磁気記録媒体において高記録密度化を図るうえでも、実用化に対する要求が高い。

【0008】

光磁気記録媒体においては、記録層に形成される安定な記録マーク（磁区）の長さが小さいほど、記録分解能が高く、その結果、記録密度を増大させ得る。上述のMSR方式、MAMMOS方式、およびDWD D方式の光磁気記録媒体においては、これらの再生分解能を充分に発揮すべく、記録層の高記録密度化に対する要求は、特に強い。

【0009】

磁性材料の技術分野においては、希土類一遷移金属アモルファス合金垂直磁化膜に形成される安定磁区の微小さな程度は、当該アモルファス垂直磁化膜が積層形成される面の凹凸形状の影響を受け得ることが知られている。具体的には、当該積層対象面に適度な粗さの凹凸が存在し且つ当該凹凸周期が微細なほど、その上に形成されるアモルファス垂直磁化膜において、より小さな安定磁区を形成できる傾向にあることが知られている。

【0010】

積層対象面の凹凸形状に起因して、アモルファス垂直磁化膜の磁区構造に存在する磁壁は固定され得る（ピンニング）。凹凸周期が小さいほどピンニング単位（磁気クラスタ）は微細化する傾向にあり、また、表面粗さが大きいほど、磁壁に作用するピンニング力は大きい傾向にある。ピンニング単位が小さく且つピンニング力が大きいほど、記録層において小さな記録マーク（磁区）を安定に形成することができるので、記録分解能を向上するとともに記録ノイズ（媒体ノイズ）を低減することが可能となる。そのため、光磁気記録媒体では、アモルファス垂直磁化膜よりなる記録層の磁区構造の微細化を図るべく、記録層が積層形成される側の面に比較的微細な凹凸形状を有する下地膜が記録層の直下に設けられる場合がある。

【0011】

一方、垂直磁気記録媒体は、垂直磁化膜からなる記録層を有する磁気記録媒体であり、その記録層を構成するための材料として、希土類一遷移金属アモルファス合金が採用される場合がある。当該記録層には、磁化方向の変化として所定の信号が記録されている。磁気記録媒体への記録は、記録層の所定箇所に対する記録ヘッド（電磁コイル）による磁界印加によって行われる。この記録信号は、磁化方向の変化として、読み取り用の所定の再生ヘッド（電磁コイル）で読み取られる。磁気記録媒体については、例えば下記の特許文献4に記載されている。

【0012】

【特許文献4】特開2003-223713号公報

【0013】

垂直磁気記録媒体においても、記録層の磁区構造の微細化を図るべく、記録層が積層形成される側の面に比較的微細な凹凸形状を有する下地膜が、記録層の直下に設けられる場合がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

フロントイルミネーション方式の光磁気記録媒体における基板と記録層の間や、磁気記録媒体における基板と記録層の間には、所定の機能を担う比較的分厚い層が設けられる場合がある。光磁気記録媒体では、基板から記録層ないし記録磁性部までの間において、放熱層、非磁性層、または記録磁界低減層が設けられる場合がある。磁気記録媒体では、基板から記録層までの間において、軟磁性層や非磁性層が設けられる場合がある。これらの層は、媒体について所望の高性能化を図るうえで重要である。

【0015】

しかしながら、これら機能性層は、所定の機能を充分に発揮するための厚さ、例えば数十～数百ナノメートル程度の厚さで、形成される。そのため、従来の技術においては、例えば加熱下で成膜しない場合には、機能性層の成長端側すなわち記録層側の表面の凹凸形

状は、不均一となる傾向にある。したがって、当該機能性層上に上述のような記録層下地膜を積層形成する場合であっても、この下地膜の記録層側表面の微細な凹凸形状も不均一性を伴うこととなる。具体的には、記録層下地膜における表面凹凸形状において、局所的には微細でない箇所が散在してしまうのである。記録層下地膜における表面凹凸形状の不均一性は、記録層内の磁壁に対するピンニング力やピンニング単位のバラツキを招来し、記録層の磁区構造に高い不均一性を生じさせる場合が多い。

【0016】

このように、従来の技術は、フロントイルミネーション方式の光磁気記録媒体や垂直磁気記録媒体における記録層の磁区構造について、均一に微細化を達成するのに困難性を有する。そのため、従来の技術によると、当該媒体において、記録分解能の向上や記録ノイズの低減を充分に図ることができないために所望の高記録密度を達成できない場合がある。

【0017】

本発明は、このような事情の下で考え出されたものであって、高記録密度化を図るのに適した、垂直磁気異方性を有する記録層を備える記録媒体、およびその製造方法を提供することを、目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の第1の側面によると記録媒体が提供される。この記録媒体は、基板と、垂直磁気異方性を有して記録機能を担う記録層と、基板から記録層までの間に位置する下地層と、下地層よりも大きな表面張力を有し、当該下地層における記録層の側に接する、初期層と、初期層における記録層の側に接する機能性層と、を含む積層構造を有する。初期層は、下地層上に所定材料を成長させることにより形成されたものであり、機能性層は、初期層上に所定材料を成長させることにより形成されたものである。また、本記録媒体は、例えばフロントイルミネーション方式の光磁気記録媒体や垂直磁気記録媒体として、構成されたものである。

【0019】

このような構成を有する記録媒体は、高記録密度化を図るのに適している。本発明の第1の側面における初期層は、より表面張力の小さな下地層上に積層形成された部位であるため、成長端側の表面にて、微細な凹凸形状を有し得る。初期層形成における材料成長の初期段階では、当該材料は、下地層との表面張力の差に起因してアイランド成長し、即ち下地層との接触面積を抑制しつつ成長し、当該アイランド成長により生ずる微細な凹凸形状は、初期層が適当な薄さで形成されることにより、初期層表面に反映されるからである。微細さの程度は、初期層および下地層の構成材料の選択、並びに、初期層の膜厚の調節により、調整することが可能である。このような微細な凹凸形状を基点として材料が成長することにより形成された機能性層は、例えば数百ナノメートルもの厚さを有する場合であっても、成長端側の表面にて、微細さ及び均一性の高い凹凸形状を有し得る。微細さの程度および均一性の程度は、仮に当該機能性層が基板上に直接的に積層形成される場合よりも、相当程度に高い。このような機能性層上に、直接的に或は充分に薄い層を介して、記録層が積層形成される場合、当該記録層内の磁区構造における磁壁には、機能性層表面の凹凸形状に起因して、微細さの程度および均一性の程度の高い充分な大きさのピンニング力が、作用する。その結果、当該記録層には、微小なピンニング単位が均一性高く安定に形成される。したがって、本記録媒体においては、記録ノイズ（媒体ノイズ）を抑制しつつ高い記録分解能を達成することが可能である。このような記録媒体は、例えば光磁気記録媒体や垂直磁気記録媒体として、高記録密度化を図るうえで好適である。

【0020】

本発明の第2の側面によると他の記録媒体が提供される。この記録媒体は、基板と、垂直磁気異方性を有して記録機能を担う記録層と、基板から記録層までの間に位置する第1下地層と、第1下地層よりも大きな表面張力を有し、当該第1下地層における記録層の側に接する、初期層と、初期層における記録層の側に接する機能性層と、機能性層における

記録層の側に接する第2下地層と、第2下地層よりも大きな表面張力を有し、当該第2下地層および記録層の間に介在する凹凸制御層と、を含む積層構造を有する。初期層は、第1下地層上に所定材料を成長させることにより形成されたものであり、機能性層は、初期層上に所定材料を成長させることにより形成されたものである。凹凸制御層は、第2下地層上に所定材料を成長させることにより形成されたものである。また、本記録媒体は、例えばフロントイルミネーション方式の光磁気記録媒体や垂直磁気記録媒体として、構成されたものである。

【0021】

このような構成を有する記録媒体は、高記録密度化を図るのに適している。本発明の第2の側面における初期層は、より表面張力の小さな第1下地層上に積層形成された部位であるため、成長端側の表面にて、微細な凹凸形状を有し得る。初期層形成における材料成長の初期段階では、当該材料は、第1下地層との表面張力の差に起因してアイランド成長し、即ち第1下地層との接触面積を抑制しつつ成長し、当該アイランド成長により生ずる微細な凹凸形状は、初期層が適当な薄さで形成されることにより、初期層表面に反映されるからである。微細さの程度は、初期層および第1下地層の構成材料の選択、並びに、初期層の膜厚の調節により、調整することが可能である。このような微細な凹凸形状を基点として材料が成長することにより形成された機能性層は、例えば数百ナノメートルもの厚さを有する場合であっても、成長端側の表面にて、微細な凹凸形状を有し得る。微細さの程度および均一性の程度は、仮に当該機能性層が基板上に直接的に積層形成される場合よりも、相当程度に高い。第2下地層は、このような機能層上に直接に積層形成された部位であるので、成長端側の表面にて、微細さの程度および均一性の程度の高い凹凸形状を有し得る。凹凸制御層は、より表面張力の小さな第2下地層上に積層形成された部位であるので、成長端側の表面にて、第2下地層表面の凹凸形状よりも更に微細かつ更に均一性の高い凹凸形状を有し得る。凹凸制御層形成における材料成長の初期段階では、当該材料は、第2下地層との表面張力の差に起因してアイランド成長し、即ち第2下地層との接触面積を抑制しつつ成長し、当該アイランド成長により生ずる微細な凹凸形状は、凹凸制御層が適当な薄さで形成されることにより、凹凸制御層表面に反映されるからである。このような凹凸制御層上に直接的に積層形成された記録層の磁区構造における磁壁には、凹凸制御層表面の凹凸形状に起因して、相当程度に微細かつ相当程度に均一性の高い充分な大きさのピンニング力が作用する。その結果、当該記録層には、例えば第1の側面に係る記録層におけるよりも微小なピンニング単位が均一性高く安定に形成される。したがって、本記録媒体においては、記録ノイズ（媒体ノイズ）を抑制しつつ高い記録分解能を達成することが可能である。このような記録媒体は、例えば光磁気記録媒体や磁気記録媒体として、高記録密度化を図るうえで好適である。

【0022】

本発明の第1および第2の側面において、好ましくは、機能性層は、放熱層、非磁性層、記録磁界低減層、または軟磁性層である。機能性層としてこれらの層を設けることにより、光磁気記録媒体または磁気記録媒体として、高性能化を図ることができる。

【0023】

好ましくは、機能性層は20nm以上の厚さを有する。機能性層が、例えば放熱層、非磁性層、記録磁界低減層、または軟磁性層として充分な機能を呈するためには、当該機能性層は、このような20nm以上の厚さを有するのが好ましい。

【0024】

好ましくは、第2の側面における第2下地層は、機能性層よりも小さな表面張力を有する。このような構成は、第2下地層および凹凸制御層の間で充分な大きさの表面長力差を得るうえで、好適である。

【0025】

本発明の第2の側面において、好ましくは、凹凸制御層における記録層の側の表面の粗さRaは、0.5~0.85nmである。好ましくは、凹凸制御層における記録層の側の表面は凹凸形状を有し、当該凹凸形状における凸部の平均直径は、5~20nmである。

また、当該凹凸形状における平均最大高低差は、3～10nmであるのが好ましい。凹凸制御層における記録層側表面の凹凸形状がピンニングサイトとして良好に機能するうえでは、これらの構成が好ましい。

【0026】

本発明の第1および第2の側面に係る記録媒体は、好ましくは、光磁気記録媒体であり、且つ、記録層は、MSR方式、MAMMOS方式、またはDWD D方式を実現するための、前記記録層を含む多層構造を有する。本発明は、再生分解能に優れたMSR方式、MAMMOS方式、およびDWD D方式の光磁気記録媒体において実施する場合に特に実益が高い。

【0027】

本発明の第3の側面によると記録媒体の製造方法が提供される。この方法は、基材上に下地層を形成するための工程と、下地層上に当該下地層よりも大きな表面張力を有する材料をアイランド成長させることにより、凹凸制御層を形成するための工程と、凹凸制御層上に機能性層を形成するための工程と、機能性層の上位に、記録機能を担う記録層を形成するための工程と、を含む。基材には、下地層が積層形成されるベースとなる部材であって、例えば樹脂材料よりなる基板単体、および、積層面に例えば誘電体層などが既に積層形成された基板が、含まれる。後出の第4の側面に係る構成においても同様である。また、機能性層の上位に記録層を形成する構成には、機能性層上に直接に記録層を積層形成する場合、および、機能性層上に他の1以上の層を形成した後に記録層を積層形成する場合が、含まれる。このような方法によると、本発明の第1の側面に係る記録媒体を適切に製造することができる。

【0028】

本発明の第4の側面によると記録媒体の他の製造方法が提供される。この方法は、基材上に第1下地層を形成するための工程と、第1下地層上に当該第1下地層よりも大きな表面張力を有する材料をアイランド成長させることにより、初期層を形成するための工程と、初期層上に機能性層を形成するための工程と、機能性層上に当該機能性層よりも小さな表面張力を有する第2下地層を形成するための工程と、第2下地層上に当該第2下地層よりも大きな表面張力を有する材料をアイランド成長させることにより、凹凸制御層を形成するための工程と、凹凸制御層上に、記録機能を担う記録層を形成するための工程と、を含む。このような方法によると、本発明の第2の側面に係る記録媒体を適切に製造することができる。

【0029】

本発明の第3および第4の側面において、好ましくは、機能性層は、放熱層、非磁性層、記録磁界低減層、または軟磁性層である。また、機能性層は20nm以上の厚さを有するように形成されるのが好ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

図1および図2は、本発明の第1の実施形態に係る光磁気記録媒体X1を表す。図1は、光磁気記録媒体X1の部分断面を模式的に表したものであり、図2は、光磁気記録媒体X1の積層構成を表す。光磁気記録媒体X1は、基板S1と、記録磁性部10と、第1下地層21と、初期層22と、機能性層23と、第2下地層24と、凹凸制御層25と、エンハンス層26と、保護膜27とを備え、フロントイルミネーション方式の光磁気ディスクとして構成されたものである。光磁気記録媒体X1は、第1下地層21から保護膜27までの積層構造を基板S1の片側のみ又は両側に有する。

【0031】

基板S1は、光磁気記録媒体X1の剛性を確保するための部位であり、渦巻き状または同心円状のプリグルーブが形成された所定の凹凸形状を表面に有する。この凹凸形状を基に、本光磁気ディスクにおけるランド・グルーブ形状が形成されている。また、基板S1は、例えば、ポリカーボネート(PC)樹脂、ポリメチルメタクリレート(PMMA)樹脂、エポキシ樹脂、またはポリオレフィン樹脂よりなる。

【0032】

記録磁性部10は、図2に示すように、記録層11、中間層12、および再生層13よりなる積層構造を有し、いずれかの磁区拡大系再生方式（例えばDWDDやMAMMOSなどの再生方式）に基づいて再生可能に構成されている。各層は、希土類元素と遷移金属とのアモルファス合金よりなる垂直磁化膜である。希土類元素としては、Tb, Gd, Dy, Ndなどを用いることができる。遷移金属としては、FeやCoなどを用いることができる。また、ランド・グループ形状のランド部および／またはグループ部における記録磁性部10は、本媒体における情報トラックを構成する。

【0033】

記録層11は、記録機能を担う部位であり、再生層13よりも大きな磁壁抗磁力を有する。記録層11は、例えば、所定の組成を有するTbFeCo, DyFeCo, またはTbDyFeCoよりなる。記録層11の厚さは、例えば50～150nmである。

【0034】

中間層12は、記録層11および再生層13の間の結合作用を選択的に中継および遮断する機能を担う部位であり、記録層11および再生層13よりも低いキュリー温度を有する。具体的には、中間層12は、そのキュリー温度未満の温度条件下において、記録層11と交換結合するとともに再生層13と交換結合することにより、交換結合を介しての両層の結合関係を成立せしめる。一方、キュリー温度以上の温度条件下においては、中間層12は、自発磁化を消失して記録層11および再生層13との交換結合を解除することにより、交換結合を介しての両層の結合関係を解除する。中間層12のキュリー温度は、例えば100～150°Cである。このような中間層12は、例えば、所定の組成を有するTbFeまたはTbFeCoよりなる。中間層12の厚さは、例えば5～20nmである。

【0035】

再生層13は、磁壁移動ないし磁区拡大を伴う再生機能を担う部位であり、記録層11よりも小さな磁壁抗磁力を有する。このような再生層13は、例えば、GdFeCo, GdTbFeCo, GdDyFeCo, またはGdTbDyFeCoよりなる。再生層13の厚さは、例えば10～30nmである。

【0036】

第1下地層21は、その上に初期層22を積層形成する際の下地として機能する部位であり、初期層22よりも小さな表面張力を有する。第1下地層21の構成材料としては、例えばSiN, SiO₂, YSiO₂, ZnSiO₂, AlO, およびAlNなどの誘電体材料を採用することができる。第1下地層21の厚さは、例えば2～10nmである。

【0037】

初期層22は、その上に積層形成される機能性層23の材料成長端側の表面凹凸を制御するための部位であり、第1下地層21よりも大きな表面張力を有する材料により構成されている。初期層22と第1下地層21の表面張力の差は1000mN/m以上であるのが好ましい。このような初期層22を構成するための材料としては、第1下地層21よりも大きな表面張力を有する限りにおいて、例えば、Pt, Au, Pd, Ru, Coよりなる群より選択される単体金属、または、当該群より選択される金属を含む合金を、採用することができる。初期層22の厚さは、例えば、0.1～5nmである。また、初期層22における機能性層23の側（即ち記録層11の側）の表面について、表面粗さRaは例えば0.3～0.6nmであり、凹凸形状における凸部（成長粒子）の平均直径（平均粒径）は、例えば5～10nmであり、当該凹凸形状における平均最大高低差（P-V）は、例えば3～5nmである。

【0038】

機能性層23は、本媒体において所定の性能や機能を確保して高性能化を図るための部位であり、例えば放熱層、非磁性層、または記録磁界低減層である。放熱層は、レーザ照射時に記録磁性部10などにて発生する熱を効率よく放熱するための部位である。非磁性層は、レーザ照射時における熱分布を調整するための部位である。記録磁界低減層は、記録に要する磁界を低減するための部位である。放熱層として構成する場合、機能性層23

は、例えば、Ag, Ag合金(AgPdCuSi, AgPdCuなど), Al合金(AlTi, AlCrなど), Au, またはPtなどの高熱伝導材料よりなり、その厚さは例えば10~60nmである。非磁性層として構成する場合、機能性層23は、例えばTi, W, Siよりなる群より選択される元素または当該群より選択される元素を含む合金よりなり、その厚さは例えば10~60nmである。記録磁界低減層として構成する場合、機能性層23は、例えばGdFeCo, GdFe, またはGdCoよりなり、その厚さは例えば5~60nmである。

【0039】

第2下地層24は、その上に凹凸制御層25を積層形成する際の下地として機能する部位であり、凹凸制御層25よりも小さな表面張力を有する。好ましくは、第2下地層24は、機能性層23よりも小さな表面張力を有する。第2下地層24の構成材料としては、例えばSiN, SiO₂, YSiO₂, ZnSiO₂, AlO, およびAlNなどの誘電体材料を採用することができる。第2下地層24の厚さは、例えば2~10nmである。

【0040】

凹凸制御層25は、その上に積層形成される記録層11の磁区構造における磁壁に対し良好なピンニング力を及ぼすことにより当該磁区構造を制御するための部位であり、第2下地層24よりも大きな表面張力を有する材料により構成されている。凹凸制御層25と第2下地層24の表面張力の差は1000mN/m以上であるのが好ましい。このような凹凸制御層25を構成するための材料としては、第2下地層24よりも大きな表面張力を有する限りにおいて、例えば、Pt, Au, Pd, Ru, Coよりなる群より選択される単体金属、または、当該群より選択される金属を含む合金など、採用することができる。凹凸制御層25の厚さは、例えば、0.1~5μmである。また、凹凸制御層25における記録層11の側の表面について、表面粗さRaは例えば0.5~0.85nmであり、凹凸形状における凸部(成長粒子)の平均直径(平均粒径)は、例えば5~20nmであり、当該凹凸形状における平均最大高低差(P-V)は、例えば3~10nmである。

【0041】

エンハンス層26は、再生層13からの反射光のカーブ回転角をみかけ上増大させるための部位であり、例えば、SiN, SiO₂, ZnS-SiO₂, AlN, またはAl₂O₃よりなる。エンハンス層26の厚さは、例えば20~90nmである。

【0042】

保護膜27は、光磁気記録媒体X1の記録用レーザおよび再生用レーザに対して充分な透過性を有する樹脂よりなり、その厚さは例えば10~40μmである。保護膜27を構成するための樹脂としては、例えば紫外線硬化性樹脂が挙げられる。

【0043】

図3および図4は、光磁気記録媒体X1の製造方法を表す。光磁気記録媒体X1の製造においては、まず、図3(a)に示すように、スパッタリング法により基板S1上に第1下地層21を形成する。

【0044】

次に、図3(b)に示すように、スパッタリング法により第1下地層21上に初期層22を形成する。第1下地層21上に初期層22をスパッタリング成膜する工程において、材料成長の初期段階では、図5(a)に示すように、初期層22の構成材料は第1下地層21上にて島状に成長(アイランド成長)する。第1下地層21よりも大きな表面張力を有する当該材料は、第1下地層21との接触面積を抑制しつつ成長するためである。初期段階にて生ずるアイランド成長は、図5(b)に示すように、当該材料の成長端側表面の形状に反映される。そのため、所定の薄さで材料成長が停止されて形成される初期層22は、その記録層11側表面にて、微細な凹凸形状を有することとなる。微細さの程度および均一性の程度は、初期層22および第1下地層21の構成材料の選択、並びに、初期層22の膜厚の調節により、調整することが可能である。

【0045】

光磁気記録媒体X1の製造においては、次に、図3(c)に示すように、スパッタリン

グ法により機能性層23および第2下地層24を順次形成する。機能性層23は、初期層22表面における微細な凹凸形状を基点として材料が成長することにより形成されるので、比較的厚くとも、成長端側の表面にて、微細さの程度および均一性の程度の高い凹凸形状を有することとなる。微細さの程度および均一性の程度は、仮に機能性層23が基板S1上に直接的に積層形成される場合よりも、高い。一方、第2下地層24は、このような機能層23上に形成されるので、成長端側の表面にて、微細さの程度および均一性の程度の高い凹凸形状を有することとなる。

【0046】

次に、図3(d)に示すように、スパッタリング法により第2下地層24上に凹凸制御層25を形成する。第2下地層24上に凹凸制御層25をスパッタリング成膜する工程において、材料成長の初期段階では、図6(a)に示すように、凹凸制御層25の構成材料は第2下地層24上にてアイランド成長する。第2下地層24よりも大きな表面張力を有する当該材料は、第2下地層24との接触面積を抑制しつつ成長するためである。初期段階にて生ずるアイランド成長は、図6(b)に示すように、当該材料の成長端側表面の形状に反映される。そのため、所定の薄さで材料成長が停止されて形成される凹凸制御層25は、その記録層11側表面にて、第2下地層24よりも更に微細かつ更に均一性の高い凹凸形状を有することとなる。微細さの程度および均一性の程度は、凹凸制御層25および第2下地層24の構成材料の選択、並びに、凹凸制御層25の膜厚の調節により、調整することが可能である。

【0047】

光磁気記録媒体X1の製造においては、次に、図4(a)に示すように、記録磁性部10を形成する。具体的には、スパッタリング法により、凹凸制御層25上に記録層11、中間層12、および再生層13を順次形成する。凹凸制御層25上に直接的に積層形成される記録層11の磁区構造における磁壁には、凹凸制御層25表面の凹凸形状に起因して、相当程度に微細かつ相当程度に均一性の高い充分な大きさのピンニング力が作用する。その結果、記録層11には、微小なピンニング単位が均一性高く安定に形成される。

【0048】

次に、図4(b)に示すように、スパッタリング法により記録磁性部10(再生層13)上にエンハンス層26を形成する。この後、図4(c)に示すように、スピンドルコート法によりエンハンス層26上に保護膜27を形成する。以上のようにして、光磁気記録媒体X1を製造することができる。

【0049】

光磁気記録媒体X1は、第1下地層21とこれより表面張力の大きな初期層22となる積層構造を有するとともに、第2下地層24とこれより表面張力の大きな凹凸制御層25となる積層構造を有する。初期層22は、微細な凹凸表面を有し、直接的には、機能性層23の記録層11側表面の凹凸形状の微細さの程度および均一性の程度を高める役割を担う。凹凸制御層25は、このような機能性層23上に第2下地層24を介して積層形成されたものであるので、その記録層11側表面の凹凸形状の微細さ及び均一性は相当程度に高い。記録機能を担う記録層11は、このような凹凸制御層25上に直接的に積層形成されている。そのため、記録層11の磁区構造における磁壁には、凹凸制御層25の表面の凹凸形状に起因して、相当程度に微細かつ相当程度に均一性の高い充分な大きさのピンニング力が作用する。その結果、記録層11には、微小なピンニング単位が均一性高く安定に形成されることとなる。したがって、光磁気記録媒体X1においては、記録ノイズ(媒体ノイズ)を抑制しつつ高い記録分解能を達成することが可能となるのである。このような光磁気記録媒体X1は、高記録密度化を図るうえで好適である。

【0050】

本発明においては、機能性層23の記録層側表面における凹凸形状が充分に微細かつ均一である場合、第2下地層24および凹凸制御層25を設けずに、図7に示すように、記録磁性部10(記録層11)以上の構造を機能性層23上に直接形成してもよい。記録層11では、機能性層23表面の微細さの程度および均一性の程度の高い充分な大きさのピ

シニング力の作用により、微小なピンニング単位が安定に形成されることとなる。

【0051】

また、本発明においては、記録層11、中間層12、および再生層13よりなる記録磁性部10に代えて、記録機能および再生機能を併有する单一の記録層を設けてもよい。この場合においても、記録層は、希土類一遷移金属アモルファス合金垂直磁化膜よりなる。或は、本発明においては、記録磁性部10に代えて、相対的に保磁力が大きくて記録機能を担う記録層を凹凸制御層25上に設け、当該記録層上に、再生用レーザにおけるカーブ転角が相対的に大きくて再生機能を担う再生層を設けてもよい。この場合においても、記録層および再生層は、希土類一遷移金属アモルファス合金垂直磁化膜よりなる。

【0052】

図8は、図9～図12に示す積層構成を有するサンプルA～Dの表面凹凸に係るパラメータを示す。

【0053】

サンプルAは、図9に示すように、光磁気記録媒体X1における基板S1から凹凸制御層25までの積層構造を有する。サンプルAの作製においては、まず、スパッタリング法により、平坦なガラス基板（直径2.5インチ）の上にSiNを成膜することによって、厚さ2nmの第1下地層を形成した。具体的には、Siターゲットを用い、スパッタガスとしてArガスおよびN₂ガスを使用して行う反応性スパッタリングにより、基板上にSiNを成膜した。本スパッタリングでは、回転カソード型DC・RFマグネットロンスパッタリング装置（商品名：C3010-P5、アネルバ製）を使用した。サンプル作製における後出のスパッタリングに際しても、同一の装置を使用した。また、本スパッタリングでは、ArガスおよびN₂ガスの流量比を2:1とし、スパッタガス圧力を0.3Paとし、スパッタ電力を500Wとし、成膜速度を12nm/minとした。サンプルAの作製においては、次に、スパッタリング法により第1下地層上にPtを成膜することによって、厚さ1nmの初期層を形成した。本スパッタリングでは、Ptターゲットを用い、スパッタガス圧力を1.6Paとし、スパッタ電力を40Wとし、成膜速度を3.2nm/minとした。次に、スパッタリング法により初期層上にAlSiを成膜することによって、厚さ30nmの放熱層（機能性層）を形成した。具体的には、AlターゲットおよびSiターゲットを用いて行うコスパッタリングにより、基板上にAlSiを成膜した。本スパッタリングでは、スパッタガス圧力を0.6Paとし、スパッタ電力を300W（Alターゲット）および200W（Siターゲット）とし、成膜速度を23nm/minとした。次に、スパッタリング法により放熱層上にSiNを成膜することによって、厚さ5nmの第2下地層を形成した。具体的には、Siターゲットを用い、スパッタガスとしてArガスおよびN₂ガスを使用して行う反応性スパッタリングにより、基板上にSiNを成膜した。また、本スパッタリングでは、ArガスおよびN₂ガスの流量比を2:1とし、スパッタガス圧力を0.3Paとし、スパッタ電力を500Wとし、成膜速度を12nm/minとした。次に、スパッタリング法により第2下地層上にPtを成膜することによって、厚さ1nmの凹凸制御層を形成した。本スパッタリングでは、Ptターゲットを用い、スパッタガス圧力を1.6Paとし、スパッタ電力を40Wとし、成膜速度を3.2nm/minとした。

【0054】

サンプルBは、図10に示すように、光磁気記録媒体X1における基板S1から機能性層23までの積層構造を有する。サンプルBは、サンプルAに関して上述したのと同様にして、基板上に第1下地層（SiN）、初期層（Pt）、および放熱層（AlSi）を順次形成することによって、作製した。

【0055】

サンプルCは、図11に示すように、基板、放熱層、および凹凸制御層よりなる積層構造を有する。サンプルCの作製においては、まず、スパッタリング法により平坦なガラス基板（直径2.5インチ）上にAlSiを成膜することによって、厚さ30nmの放熱層を形成した。具体的には、AlターゲットおよびSiターゲットを用いて行うコスパッタリ

ングにより、基板上にAlSiを成膜した。本スパッタリングでは、スパッタガス圧力を0.6Paとし、スパッタ電力を300W(Alターゲット)および200W(Siターゲット)とし、成膜速度を23nm/minとした。次に、スパッタリング法により放熱層上にPtを成膜することによって、厚さ1nmの凹凸制御層を形成した。本スパッタリングでは、Ptターゲットを用い、スパッタガス圧力を1.6Paとし、スパッタ電力を40Wとし、成膜速度を3.2nm/minとした。

【0056】

サンプルDは、図12に示すように、基板および放熱層よりなる積層構造を有する。サンプルDは、サンプルCに関して上述したのと同様にして、基板上に放熱層(AlSi)を形成することによって、作製した。

【0057】

以上のようにして作製したサンプルA～Dの最上層の表面を、原子間力顕微鏡(AFM)により観察したところ、サンプルA～Dの各々の最上層表面において、凹凸形状が生じていた。サンプルA、Bの表面凹凸形状の均一性は高く、サンプルC、D表面凹凸形状は不均一であった。サンプルA～Dの各々について、凹凸形状を構成する粒子の平均直径、表面粗さRa、およびP-V(peak-valley間高低差の平均)を測定した。図8は、これらの結果を示す表である。

【0058】

サンプルDにおける放熱層の表面については、平均粒子径が34.7nmと大きく且つ不均一であった。また、サンプルCにおける凹凸制御層の表面については、平均粒子径は23.5nmでありサンプルDのそれよりも小さかったが、当該凹凸制御層は不均一に成長した。これらサンプルC、Dは、本発明の構成を備えない。サンプルBにおける放熱層の表面については、平均粒子径が15.2nmであり且つ均一性が高かった。サンプルAにおける凹凸制御層の表面については、平均粒子径が7.6nmであり且つ均一性が高かった。このように、光磁気記録媒体X1に含まれる積層構造を有するサンプルA、Bの表面は、サンプルC、Dよりも、微細かつ均一な凹凸形状を有していた。

【0059】

図13～図15は、各々、凹凸制御層25について、層表面の凹凸形状に関するパラメータの膜厚依存性を表すグラフである。具体的には、サンプルAとは凹凸制御層の厚さのみが異なる複数のサンプルを作製し、各サンプルについて、凹凸形状を構成する粒子の平均直径、表面粗さRa、およびP-Vを測定した。各サンプルの作製手法は、凹凸制御層の厚さを除き、サンプルAについて上述したのと同様である。

【0060】

図13のグラフから判るように、凹凸制御層が厚くなるほど、平均粒子径は増大する傾向にある。また、図14のグラフから判るように、凹凸制御層が厚くなるほど、表面粗さRaは増大する傾向にある。更に、図15のグラフから判るように、凹凸制御層が厚くなるほど、P-Vは増大する傾向にある。これらのことから、光磁気記録媒体X1において記録層11の直下に位置することとなる凹凸制御層25の膜厚を制御することにより、記録層11の直下の凹凸構造を制御することができる事が理解できよう。記録層11の直下の凹凸構造の制御により、記録層11に作用するピニング力や、記録層11にて形成されるピニング単位(磁気クラスタ)について、制御することが可能となる。

【0061】

図16および図17は、本発明の第2の実施形態に係る磁気記録媒体X2を表す。図16は、磁気記録媒体X2の部分断面を模式的に表したものであり、図17は、磁気記録媒体X2の積層構成を表す。磁気記録媒体X2は、基板S2と、記録層31と、第1下地層32と、初期層33と、機能性層34と、第2下地層35と、凹凸制御層36と、保護膜37とを備える垂直磁気記録媒体として構成されたものである。

【0062】

基板S2は、例えばアルミニウム合金、ガラス、またはセラミックスからなる非磁性基板である。基板S2の表面は、化学的方法、物理的方法、または機械的方法により、平滑

化されている。

【0063】

記録層31は、希土類-遷移金属アモルファス合金よりなる垂直磁化膜である。本実施形態における希土類-遷移金属アモルファス合金としては、例えばTbFe, TbCo, またはTbFeCoなどを採用することができる。記録層31の厚さは、例えば20~50nmである。

【0064】

第1下地層32は、その上に初期層33を積層形成する際の下地として機能する部位であり、初期層33よりも小さな表面張力を有する。第1下地層32の構成材料としては、例えばSiN, SiO₂, YSiO₂, ZnSiO₂, AlO, およびAlNなどの誘電体材料を採用することができる。第1下地層32の厚さは、例えば2~10nmである。

【0065】

初期層33は、その上に積層形成される機能性層34の材料成長端側の表面凹凸を制御するための部位であり、第1下地層32よりも大きな表面張力を有する材料により構成されている。初期層33と第1下地層32の表面張力の差は1000mN/m以上であるのが好ましい。このような初期層33を構成するための材料としては、第1下地層32よりも大きな表面張力を有する限りにおいて、例えば、Pt, Au, Pd, Ru, Coよりなる群より選択される単体金属、または、当該群より選択される金属を含む合金を、採用することができる。初期層33の厚さは、例えば、0.1~5nmである。また、初期層33における機能性層34の側（即ち記録層31の側）の表面について、表面粗さRaは例えば0.3~0.6nmであり、凹凸形状における凸部（成長粒子）の平均直径（平均粒径）は、例えば5~10nmであり、当該凹凸形状における平均最大高低差は、例えば3~5nmである。

【0066】

機能性層34は、軟磁性膜であり、この層を構成する磁性膜の膜面に対して平行な方向に磁化容易軸を有する面内磁気異方性を呈している。機能性層34の磁化容易軸は、ディスクの半径方向に向いているのが好ましい。機能性層34は、充分に小さな保磁力を有する。このような機能性層34は、例えば、パーマロイ、センダスト、Co系アモルファス材料、またはFe系アモルファス材料より構成することができる。機能性層34の厚さは、例えば100~300nmである。

【0067】

第2下地層35は、その上に凹凸制御層36を積層形成する際の下地として機能する部位であり、凹凸制御層36よりも小さな表面張力を有する。好ましくは、第2下地層35は、機能性層34よりも小さな表面張力を有する。第2下地層35の構成材料としては、例えばSiN, SiO₂, YSiO₂, ZnSiO₂, AlO, およびAlNなどの誘電体材料を採用することができる。第2下地層35の厚さは、例えば2~10nmである。

【0068】

凹凸制御層36は、その上に積層形成される記録層31の磁区構造における磁壁に対して良好なピンニング力を及ぼすことにより当該磁区構造を制御するための部位であり、第2下地層35よりも大きな表面張力を有する材料により構成されている。凹凸制御層36と第2下地層35の表面張力の差は1000mN/m以上であるのが好ましい。このような凹凸制御層36を構成するための材料としては、第2下地層35よりも大きな表面張力を有する限りにおいて、例えば、Pt, Au, Pd, Ru, Coよりなる群より選択される単体金属、または、当該群より選択される金属を含む合金を、採用することができる。凹凸制御層35の厚さは、例えば、0.1~5nmである。また、凹凸制御層36における記録層31の側の表面について、表面粗さRaは例えば0.5~0.85nmであり、凹凸形状における凸部（成長粒子）の平均直径（平均粒径）は、例えば5~20nmであり、当該凹凸形状における平均最大高低差は、例えば3~10nmである。

【0069】

保護膜37は、記録層31を外界から物理的および化学的に保護するためのものあり

、例えば、アモルファスカーボン、ダイアモンドライクカーボン、SiN、またはSiCよりなる。保護膜37の膜さは、例えば1～10nmである。

【0070】

以上の構成を有する磁気記録媒体X2の製造においては、まず、例えばスパッタリング法にて所定の材料を成膜することにより、基板S2に対して第1下地層32から保護膜37までを順次形成する。

【0071】

第1下地層32上に初期層33をスパッタリング成膜する工程において、材料成長の初期段階では、第1の実施形態に関して図5(a)を参照して上述したのと同様に、初期層33の構成材料は第1下地層32上にてアイランド成長する。初期段階にて生ずるアイランド成長は、当該材料の成長端側表面の形状に反映される。そのため、所定の薄さで材料成長が停止されて形成される初期層33は、その記録層31側表面にて、微細な凹凸形状を有することとなる。微細さの程度および均一性の程度は、初期層33および第1下地層32の構成材料の選択、並びに、初期層33の膜厚の調節により、調整することが可能である。機能性層34は、初期層33表面における微細な凹凸形状を基点として材料が成長することにより形成されるので、比較的分厚くとも、成長端側の表面にて、微細さの程度および均一性の程度の高い凹凸形状を有することとなる。微細さの程度および均一性の程度は、仮に機能性層34が基板S2上に直接的に積層形成される場合よりも、高い。第2下地層35は、このような機能層34上に形成されるので、成長端側の表面にて、微細さの程度および均一性の程度の高い凹凸形状を有することとなる。

【0072】

第2下地層35上に凹凸制御層36をスパッタリング成膜する工程において、材料成長の初期段階では、第1の実施形態に関して図6(a)を参照して上述したのと同様に、凹凸制御層36の構成材料は第2下地層35上にてアイランド成長する。初期段階にて生ずるアイランド成長は、当該材料の成長端側表面の形状に反映される。そのため、所定の薄さで材料成長が停止されて形成される凹凸制御層36は、その記録層31側表面にて、第2下地層35よりも更に微細かつ更に均一性の高い凹凸形状を有することとなる。微細さの程度および均一性の程度は、凹凸制御層36および第2下地層35の構成材料の選択、並びに、凹凸制御層35の膜厚の調節により、調整することが可能である。

【0073】

凹凸制御層36上に直接的に積層形成される記録層31の磁区構造における磁壁には、凹凸制御層36表面の凹凸形状に起因して、相当程度に微細かつ相当程度に均一性の高い充分な大きさのピンニング力が作用する。その結果、記録層31には、微小なピンニング単位が均一性高く安定に形成される。

【0074】

磁気記録媒体X2は、第1下地層32とこれより表面張力の大きな初期層33とからなる積層構造を有するとともに、第2下地層35とこれより表面張力の大きな凹凸制御層36とからなる積層構造を有する。初期層33は、微細な凹凸表面を有し、直接的には、機能性層34の記録層31側表面の凹凸形状の微細さの程度および均一性の程度を高める役割を担う。凹凸制御層36は、このような機能性層34上に第2下地層35を介して積層形成されたものであるので、その記録層31側表面の凹凸形状の微細さ及び均一性は相当程度に高い。記録機能を担う記録層31は、このような凹凸制御層36上に直接的に積層形成されている。そのため、記録層31の磁区構造における磁壁には、凹凸制御層36の表面の凹凸形状に起因して、相当程度に微細かつ相当程度に均一性の高い充分な大きさのピンニング力が作用する。その結果、記録層31には、微小なピンニング単位が均一性高く安定に形成されることとなる。したがって、磁気記録媒体X2においては、記録ノイズ(媒体ノイズ)を抑制しつつ高い記録分解能を達成することが可能となるのである。このような磁気記録媒体X2は、高記録密度化を図るうえで好適である。

【実施例1】

【0075】

〔光磁気記録媒体の作製〕

図18に示す積層構成を有するフロントイルミネーション方式の光磁気ディスクとして、本実施例の光磁気記録媒体を作製した。本実施例の光磁気記録媒体の作製においては、まず、スパッタリング法により、表面にランドグループ形状を有するポリカーボネート基板（直径120mm、厚さ1.2mm、トラックピッチ0.275nm、グループ深さ35nm）の上にSiNを成膜することによって、厚さ2nmの第1下地層を形成した。具体的には、Siターゲットを用い、スパッタガスとしてArガスおよびN₂ガスを使用して行う反応性スパッタリングにより、基板上にSiNを成膜した。本スパッタリングでは、回転カソード型DC・RFマグнетロンスパッタリング装置（商品名：C3010-P5、アネルバ製）を使用した。媒体作製における後出のスパッタリングに際しても、同一の装置を使用した。また、ArガスおよびN₂ガスの流量比を2:1とし、スパッタガス圧力を0.3Paとし、スパッタ電力を500Wとし、成膜速度を12nm/minとした。

【0076】

次に、スパッタリング法により第1下地層上にPtを成膜することによって、厚さ1nmの初期層を形成した。本スパッタリングでは、Ptターゲットを用い、スパッタガス圧力を1.6Paとし、スパッタ電力を40Wとし、成膜速度を3.2nm/minとした。

【0077】

次に、スパッタリング法により初期層上にAlSiを成膜することによって、厚さ30nmの放熱層（機能性層）を形成した。具体的には、AlターゲットおよびSiターゲットを用いて行うコスパッタリングにより、初期層上にAlSiを成膜した。本スパッタリングでは、スパッタガス圧力を0.6Paとし、スパッタ電力を300W（Alターゲット）および200W（Siターゲット）とし、成膜速度を23nm/minとした。

【0078】

次に、スパッタリング法により放熱層上にSiNを成膜することによって、厚さ5nmの第2下地層を形成した。具体的には、Siターゲットを用い、スパッタガスとしてArガスおよびN₂ガスを使用して行う反応性スパッタリングにより、基板上にSiNを成膜した。また、ArガスおよびN₂ガスの流量比を2:1とし、スパッタガス圧力を0.3Paとし、スパッタ電力を500Wとし、成膜速度を12nm/minとした。

【0079】

次に、スパッタリング法により第2下地層上にPtを成膜することによって、厚さ1nmの凹凸制御層を形成した。本スパッタリングでは、Ptターゲットを用い、スパッタガス圧力を1.6Paとし、スパッタ電力を40Wとし、成膜速度を3.2nm/minとした。

【0080】

次に、スパッタリング法により凹凸制御層上にTb₂₂Fe₆₂Co₁₆を成膜することによって、厚さ50nmの記録層を形成した。具体的には、TbターゲットおよびFeCoターゲットを用いて行うコスパッタリングにより、凹凸制御層上にAlSiを成膜した。本スパッタリングでは、スパッタガス圧力を1.5Paとし、スパッタ電力を45W（Tbターゲット）および200W（FeCoターゲット）とし、成膜速度を14nm/minとした。

【0081】

次に、スパッタリング法により記録層上にSiNを成膜することによって、厚さ35nmのエンハンス層を形成した。具体的には、Siターゲットを用い、スパッタガスとしてArガスおよびN₂ガスを使用して行う反応性スパッタリングにより、基板上にSiNを成膜した。また、ArガスおよびN₂ガスの流量比を2:1とし、スパッタガス圧力を0.3Paとし、スパッタ電力を500Wとし、成膜速度を12nm/minとした。

【0082】

次に、エンハンス上に厚さ15μmの保護膜を形成した。具体的には、まず、スピンコ

ート法により、UV硬化性の透明樹脂を誘電体層上に塗布した。次に、紫外線照射により、当該樹脂膜を硬化させた。以上のようにして、本実施例の光磁気記録媒体を作製した。

【0083】

〔記録磁区観測〕

本実施例の光磁気記録媒体について記録磁区観察を行った。具体的には、まず、本実施例の光磁気記録媒体（光磁気ディスク）における情報トラックに対し、記録マークと同じ長さのスペースを介して所定のマーク長の記録マークを繰り返し記録した。記録は、所定の装置を使用してレーザパルス磁界変調記録方式により行った。この装置の対物レンズの開口数NAは0.85であり、レーザ波長は405nmである。また、線速（レーザスポットにより媒体表面を走査する速度）を5.0m/sとし、記録レーザパワーを13mWとし、印加磁界を2000eとした。このようにして記録した後、所定の溶液を作用させることにより保護膜を剥離し、更に、反応性イオンエッチングによりエンハンス層をエッチング除去した。この後、磁気力顕微鏡（商品名：SPA500、SII製）を使用して、記録層表面に現れる記録磁区を観察した。このような記録および観察を、記録マークのマーク長を変化させて、マーク長70nm、65nm、60nm、55nm、および50nmの各々の場合について行った。その結果、マーク長が70nm、65nm、60nm、および55nmの場合には良好に磁区が分離できていることが確認された。

【比較例1】

【0084】

〔光磁気記録媒体の作製〕

図19に示す積層構成を有するフロントイルミネーション方式の光磁気ディスクとして、本比較例の光磁気記録媒体を作製した。本比較例の光磁気記録媒体の作製においては、まず、スパッタリング法により、表面にランドグループ形状を有するポリカーボネート基板（直径120mm、厚さ1.2mm、トラックピッチ0.275nm、グループ深さ35nm）上にAlSiを成膜することによって、厚さ30nmの放熱層を形成した。具体的には、AlターゲットおよびSiターゲットを用いて行うコスパッタリングにより、基板上にAlSiを成膜した。本スパッタリングでは、スパッタガス圧力を0.6Paとし、スパッタ電力を300W（Alターゲット）および200W（Siターゲット）とし、成膜速度を23nm/minとした。

【0085】

次に、スパッタリング法により放熱層上にPtを成膜することによって、厚さ1nmの凹凸制御層を形成した。本スパッタリングでは、Ptターゲットを用い、スパッタガス圧力を1.6Paとし、スパッタ電力を40Wとし、成膜速度を3.2nm/minとした。

【0086】

次に、実施例1において凹凸制御層上に記録層、エンハンス層、および保護膜を形成したのと同様にして、本比較例の凹凸制御層上に、記録層、エンハンス層、および保護膜を形成した。以上のようにして、本比較例の光磁気記録媒体を作製した。

【0087】

〔記録磁区観測〕

本比較例の光磁気記録媒体について記録磁区観察を行った。具体的には、まず、本比較例の光磁気記録媒体（光磁気ディスク）における情報トラックに対し、記録マークと同じ長さのスペースを介して所定のマーク長の記録マークを繰り返し記録した。記録は、所定の装置を使用してレーザパルス磁界変調記録方式により行った。この装置の対物レンズの開口数NAは0.85であり、レーザ波長は405nmである。また、線速を5.0m/sとし、記録レーザパワーを13mWとし、印加磁界を2000eとした。このようにして記録した後、磁気力顕微鏡（商品名：SPA500、SII製）を使用して記録磁区を観察した。このような記録および観察を、記録マークのマーク長を変化させて、マーク長150nm、100nm、および80nmの各々の場合について行った。その結果、マーク長が150nmおよび100nmの場合には磁区が分離できていることが確認されたが

、マーク長が80nmの場合には、磁区は適切には分離されていなかった。

【実施例2】

【0088】

〔光磁気記録媒体の作製〕

図20に示す積層構成を有するフロントイルミネーション方式の光磁気ディスクとして、本実施例の光磁気記録媒体を作製した。本実施例の光磁気記録媒体は、記録層、中間層、および再生層よりなる記録磁性部を有し、再生時には再生層内にて磁区拡大ないし磁壁移動が生ずるよう構成されている。

【0089】

本実施例の光磁気記録媒体の作製においては、まず、実施例1と同様にして、ポリカーボネート基板（直径120mm、厚さ1.2mm、トラックピッチ0.275nm、グループ深さ35nm）上に、第1下地層、初期層、放熱層、第2下地層、および凹凸制御層を順次形成した。

【0090】

次に、スパッタリング法により、凹凸制御層上にTb₂₂Fe₆₂Co₁₆を成膜することによって、厚さ70nmの記録層を形成した。本スパッタリングでは、TbターゲットおよびFeCoターゲットを用い、スパッタガス圧力を1.5Paとし、スパッタ電力を45W（Tbターゲット）および200W（FeCoターゲット）とし、成膜速度を14nm/miⁿとした。次に、スパッタリング法により記録層上にTb₂₂Fe₇₈を成膜することによって、厚さ15nmの中間層を形成した。本スパッタリングでは、TbターゲットおよびFeターゲットを用い、スパッタガス圧力を2.5Paとし、スパッタ電力を76W（Tbターゲット）および300W（Feターゲット）とし、成膜速度を13nm/miⁿとした。次に、スパッタリング法により中間層上にGd₂₇Fe₆₅Co₈を成膜することによって、厚さ20nmの再生層を形成した。本スパッタリングでは、GdターゲットおよびFeCoターゲットを用い、スパッタガス圧力を0.3Paとし、スパッタ電力を100W（Gdターゲット）および250W（FeCoターゲット）とし、成膜速度を14nm/miⁿとした。以上のようにして、記録層、中間層、および再生層よりなる記録磁性部を形成した。

【0091】

本実施例の光磁気記録媒体の作製においては、次に、実施例1と同様にして、再生層上にエンハンス層および保護膜を形成した。以上のようにして、本実施例の光磁気記録媒体を作製した。

【0092】

〔記録再生特性〕

本実施例の光磁気記録媒体の記録再生特性を調べた。具体的には、まず、本実施例の光磁気記録媒体（光磁気ディスク）における情報トラックに対し、記録マークと同じ長さのスペースを介して所定のマーク長の記録マークを繰り返し記録した。記録は、所定の装置を使用してレーザパルス磁界変調記録方式により行った。この装置の対物レンズの開口数NAは0.85であり、レーザ波長は405nmである。また、線速を4.0m/sとし、記録レーザパワーを11mWとし、印加磁界を2000Oeとした。次に、当該光磁気記録媒体を再生して、再生信号のCNR(dB)を測定した。当該再生処理は、同一の装置を使用して行い、再生レーザパワーを2.0mWとし、線速を4.0m/sとした。再生信号の出力レベルは、スペクトルアナライザを使用して測定した。

【0093】

このような記録処理およびその後の再生処理を、記録マークのマーク長を変化させて、各記録マーク長ごとにCNRを測定した。この結果を、図22のグラフにて線E2で表す。図22のグラフにおいては、横軸にて記録マークのマーク長(nm)を表し、縦軸にてCNR(dB)を表す。また、本実施例の媒体について、マーク長ごとの再生波形の抜け率も調べた。この結果を、図23のグラフにて線E2'で表す。図23のグラフにおいては、横軸にてマーク長(nm)を表し、縦軸にて再生波形抜け率(%)を表す。再生波形

の抜け率とは、記録すべき信号の総数に対する再生波形の抜け数の割合であり、再生波形の抜けは、記録処理に際し、所定の磁区が記録マークとして安定には形成されなかつことに起因する。

【比較例2】

【0094】

〔光磁気記録媒体の作製〕

図20に示す積層構成を有するフロントイルミネーション方式の光磁気ディスクとして、本比較例の光磁気記録媒体を作製した。本比較例の光磁気記録媒体は、記録層、中間層、および再生層よりなる積層構造を有し、再生時には再生層内にて磁区拡大ないし磁壁移動が生ずるよう構成されている。

【0095】

本実施例の光磁気記録媒体の作製においては、まず、比較例1と同様にして、ポリカーボネート基板（直径120mm、厚さ1.2mm、トラックピッチ0.275nm、グループ深さ35nm）上に放熱層および凹凸制御層を順次形成した。この後、実施例2と同様にして、記録層、中間層、再生層、エンハンス層、および保護層を順次形成した。

【0096】

〔記録再生特性〕

本比較例の光磁気記録媒体について、実施例2と同様にして、各記録マーク長ごとにCNRを測定した。この結果を、図22のグラフにて線C2で表す。また、本比較例の光磁気記録媒体について、実施例2と同様にして、各記録マーク長ごとに再生波形抜け率を調べた。この結果を、図23のグラフにて線C2'で表す。

【評価】

【0097】

〔実施例1と比較例1の記録磁区観察について〕

上述のように、本発明に係る実施例1では、マーク長が70nm、65nm、60nm、および55nmの場合まで良好に磁区が分離できていることが確認された。また、比較例1では、マーク長が150nmおよび100nmの場合には磁区が分離できていることが確認されたが、マーク長が80nmの場合には磁区は適切には分離されていなかった。したがって、本発明に係る実施例1の光磁気記録媒体では、高い記録分解能が得られることが理解できよう。これは、実施例1の光磁気記録媒体では、初期層の存在に起因して、記録層直下の凹凸制御層の凹凸形状が、比較例1の光磁気記録媒体における凹凸制御層の凹凸形状よりも、微細かつ均一であるためであると考えられる。

【0098】

〔実施例2と比較例2の記録再生特性について〕

図22のグラフからは、実施例2の光磁気記録媒体は、比較例2の光磁気記録媒体よりも記録分解能が高いことが判る。例えばマーク長80nmでは、実施例2の光磁気記録媒体は、比較例2の光磁気記録媒体よりも、12dBほど高いCNRを示す。また、図23のグラフからは、実施例2の光磁気記録媒体は、比較例2の光磁気記録媒体よりも再生波形抜け率が低いことが判る。具体的には、比較例2の光磁気記録媒体では、マーク長が90nm付近以下において、再生波形抜け率が20%以上となってしまう。これに対し、実施例2の光磁気記録媒体では、マーク長が60nm付近以上において、再生波形抜け率が10%程度以下に抑制されている。再生波形抜け率が低いことは、記録マークが安定に形成されることを意味する。したがって、図23のグラフからは、実施例2の光磁気記録媒体は、比較例2の光磁気記録媒体と比較して、より小さい磁区（記録マーク）がより安定に形成され得ることが判る。

【0099】

以上のまとめとして、本発明の構成およびそのバリエーションを以下に付記として列挙する。

（付記1）基板と、

垂直磁気異方性を有して記録機能を担う記録層と、

前記基板から前記記録層までの間に位置する下地層と、
前記下地層よりも大きな表面張力を有し、当該下地層における前記記録層の側に接する
、初期層と、
前記初期層における前記記録層の側に接する機能性層と、を含む積層構造を有する、記
録媒体。

(付記2) 基板と、

垂直磁気異方性を有して記録機能を担う記録層と、

前記基板から前記記録層までの間に位置する第1下地層と、

前記第1下地層よりも大きな表面張力を有し、当該第1下地層における前記記録層の側
に接する、初期層と、

前記初期層における前記記録層の側に接する機能性層と、

前記機能性層における前記記録層の側に接する第2下地層と、

前記第2下地層よりも大きな表面張力を有し、当該第2下地層および前記記録層の間に介
在する凹凸制御層と、を含む積層構造を有する、記録媒体。

(付記3) 前記機能性層は、放熱層、非磁性層、記録磁界低減層、または軟磁性層である
、付記1または2に記載の記録媒体。

(付記4) 前記機能性層は20nm以上 の厚さを有する、付記1から3のいずれか1つに
記載の記録媒体。

(付記5) 前記第2下地層は、前記機能性層よりも小さな表面張力を有する、付記2から
4のいずれか1つに記載の記録媒体。

(付記6) 前記凹凸制御層における前記記録層の側の表面の粗さRaは、0.5~0.8
5nmである、付記2から5のいずれか1つに記載の記録媒体。

(付記7) 前記凹凸制御層における前記記録層の側の表面は凹凸形状を有し、当該凹凸形
状における凸部の平均直径は、5~20nmである、付記2から6のいずれか1つに記載
の記録媒体。

(付記8) 前記凹凸制御層における前記記録層の側の表面は凹凸形状を有し、当該凹凸形
状における平均最大高低差は、3~10nmである、付記2から7のいずれか1つに記載
の記録媒体。

(付記9) 光磁気記録媒体であり、且つ、MSR方式、MAMMOS方式、またはDWD
D方式を実現するための、前記記録層を含む多層構造を有する、付記1から8のいずれか
1つに記載の記録媒体。

(付記10) 基材上に下地層を形成するための工程と、

前記下地層上に当該下地層よりも大きな表面張力を有する材料をアイランド成長させ
ることにより、初期層を形成するための工程と、

前記初期層上に機能性層を形成するための工程と、

前記機能性層の上位に、記録機能を担う記録層を形成するための工程と、を含む、記録
媒体の製造方法。

(付記11) 基材上に第1下地層を形成するための工程と、

前記第1下地層上に当該第1下地層よりも大きな表面張力を有する材料をアイランド成
長させることにより、初期層を形成するための工程と、

前記初期層上に機能性層を形成するための工程と、

前記機能性層上に当該機能性層よりも小さな表面張力を有する第2下地層を形成するた
めの工程と、

前記第2下地層上に当該第2下地層よりも大きな表面張力を有する材料をアイランド成
長させることにより、凹凸制御層を形成するための工程と、

前記凹凸制御層上に、記録機能を担う記録層を形成するための工程と、を含む、記録媒
体の製造方法。

(付記12) 前記機能性層は、放熱層、非磁性層、記録磁界低減層、または軟磁性層である
、付記10または11に記載の記録媒体の製造方法。

(付記13) 前記機能性層は20nm以上 の厚さを有するように形成される、付記10か

ら 12 のいずれか 1 つに記載の記録媒体の製造方法。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る光磁気記録媒体の部分断面図である。

【図 2】図 1 に示す光磁気記録媒体の積層構成を表す。

【図 3】図 1 に示す光磁気記録媒体の製造方法における一部の工程を表す。

【図 4】図 3 の後に続く工程を表す。

【図 5】初期層の形成過程を表す。

【図 6】凹凸制御層の形成過程を表す。

【図 7】第 1 の実施形態に係る光磁気記録媒体の変形例を表す。

【図 8】サンプル A～D について、最上層の表面凹凸形状に関するパラメータ（平均粒子径, R a, P-V）が掲げられた表である。

【図 9】サンプル A の積層構成を表す。

【図 10】サンプル B の積層構成を表す。

【図 11】サンプル C の積層構成を表す。

【図 12】サンプル D の積層構成を表す。

【図 13】凹凸制御層について、平均粒子径の膜厚依存性を表すグラフである。

【図 14】凹凸制御層について、R a の膜厚依存性を表すグラフである。

【図 15】凹凸制御層について、P-V の膜厚依存性を表すグラフである。

【図 16】本発明の第 2 の実施形態に係る光磁気記録媒体の部分断面図である。

【図 17】図 16 に示す光磁気記録媒体の積層構成を表す。

【図 18】実施例 1 の光磁気記録媒体の積層構成を表す。

【図 19】比較例 1 の光磁気記録媒体の積層構成を表す。

【図 20】実施例 2 の光磁気記録媒体の積層構成を表す。

【図 21】比較例 2 の光磁気記録媒体の積層構成を表す。

【図 22】実施例 2 および比較例 2 の光磁気記録媒体について、CNR のマーク長依存性を示すグラフである。

【図 23】実施例 2 および比較例 2 の光磁気記録媒体について、再生波形抜け率のマーク長依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

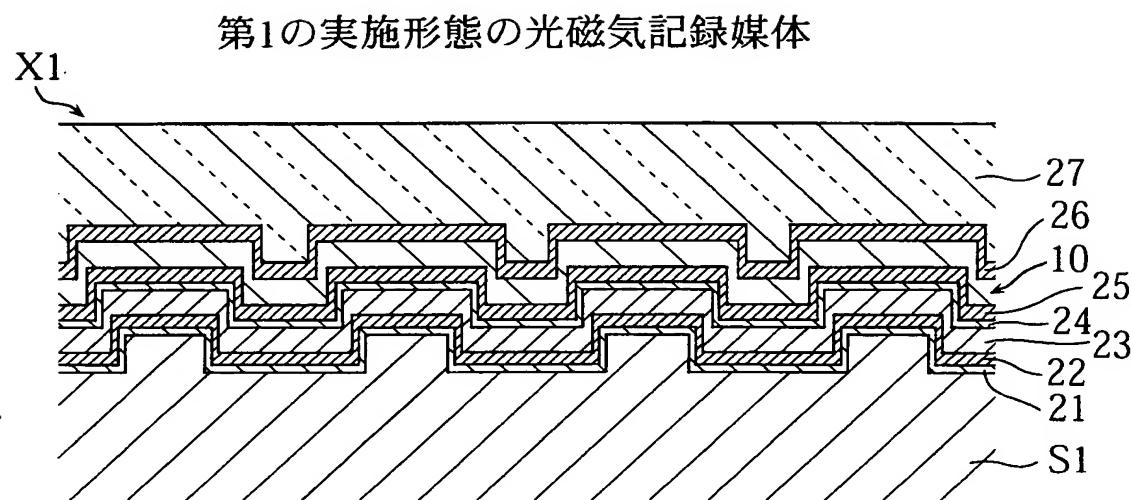
【0101】

X 1	光磁気記録媒体
S 1	基板
1 0	記録磁性部
1 1	記録層
1 2	中間層
1 3	再生層
2 1	第 1 下地層
2 2	初期層
2 3	機能性層
2 4	第 2 下地層
2 5	凹凸制御層
2 6	エンハンス層
2 7	保護膜
X 2	磁気記録媒体
S 2	基板
3 1	記録層
3 2	第 1 下地層
3 3	初期層
3 4	機能性層

- 3 5 第2下地層
- 3 6 凹凸制御層
- 3 7 保護膜

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

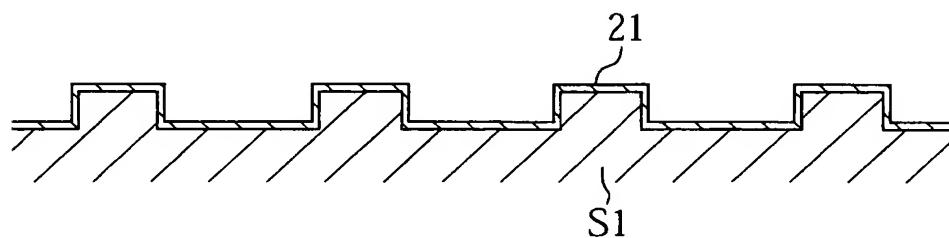
図1の光磁気記録媒体の積層構成

保護膜	27
エンハンス層	26
再生層	13
中間層	12 } 10
記録層	11 }
凹凸制御層	25
第2下地層	24
機能性層	23
初期層	22
第1下地層	21
基板	S1

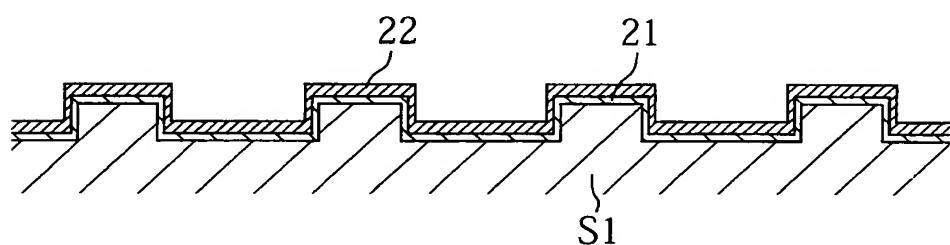
【図3】

図1の光磁気記録媒体の製造方法の一部の工程

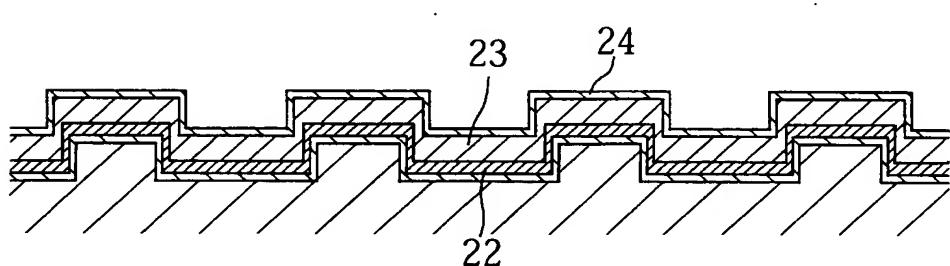
(a)



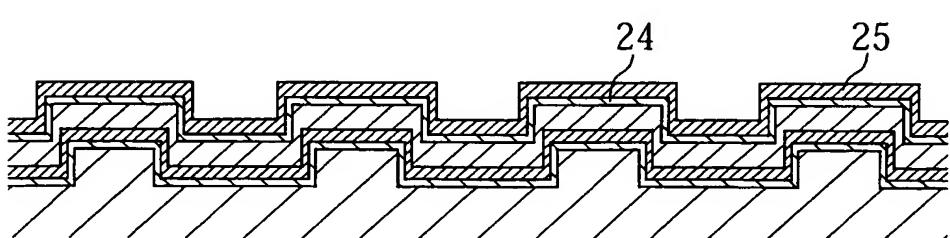
(b)



(c)



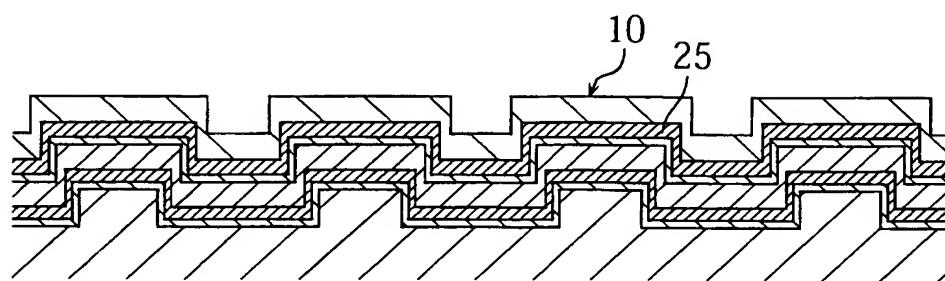
(d)



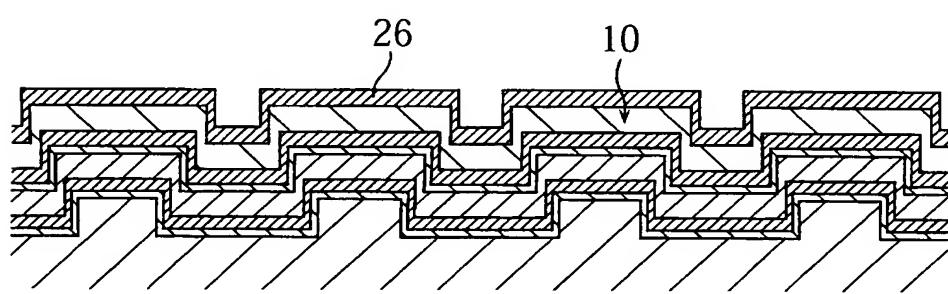
【図 4】

図3の後に続く工程

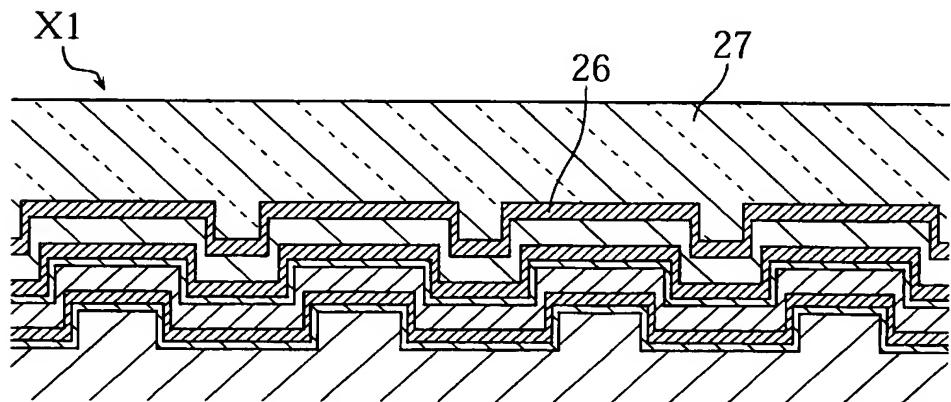
(a)



(b)

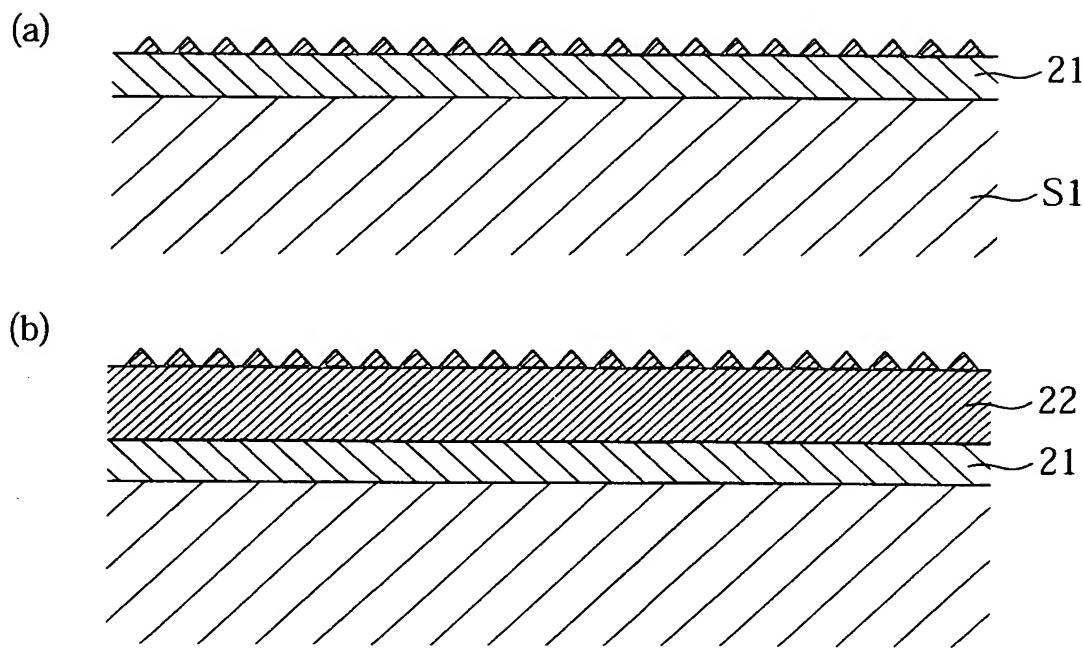


(c)



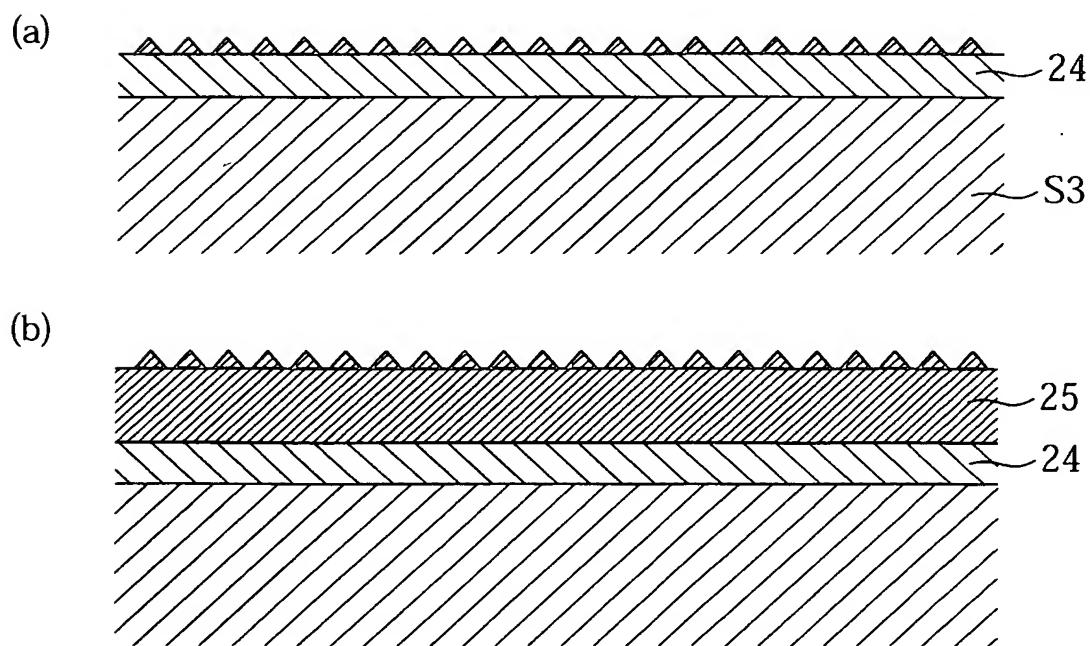
【図 5】

初期層の形成過程



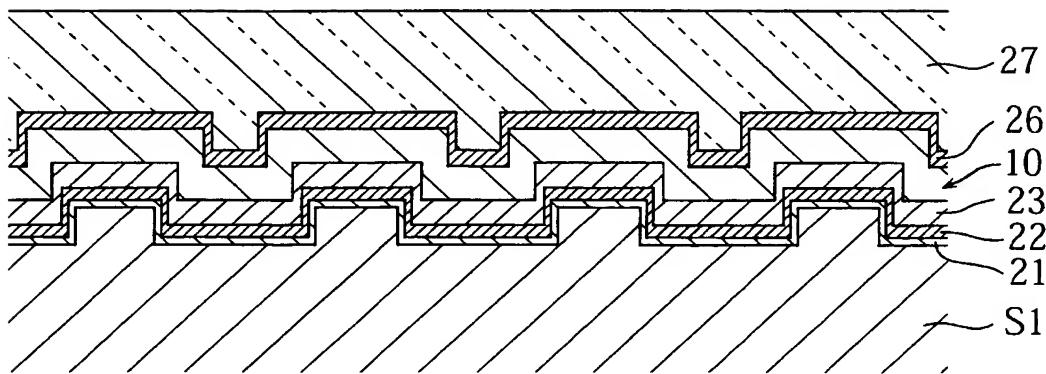
【図 6】

凹凸制御層の形成過程



【図7】

第1の実施形態の光磁気記録媒体の変形例



【図8】

各サンプルの表面形状に関するパラメータ

	平均粒子径 (nm)	R a (nm)	P - V (nm)
サンプルA	7.6	0.69	5.9
サンプルB	15.2	0.72	6.3
サンプルC	23.5	0.73	8.5
サンプルD	34.7	0.98	9.5

【図9】

サンプルAの積層構成

凹凸制御層 (Pt, 1nm)
第2下地層 (SiN, 5nm)
放熱層 (AlSi, 30nm)
初期層 (Pt, 1nm)
第1下地層 (SiN, 2nm)
基板 (ガラス)

【図10】

サンプルBの積層構成

放熱層 (AlSi, 30nm)
初期層 (Pt, 1nm)
第1下地層 (SiN, 2nm)
基板 (ガラス)

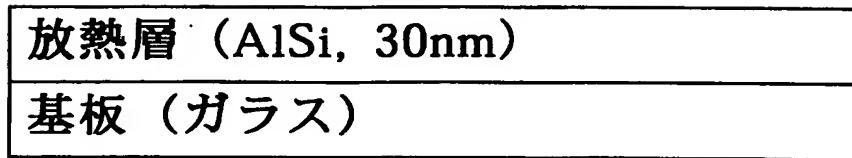
【図11】

サンプルCの積層構成

凹凸制御層 (Pt, 1nm)
放熱層 (AlSi, 30nm)
基板 (ガラス)

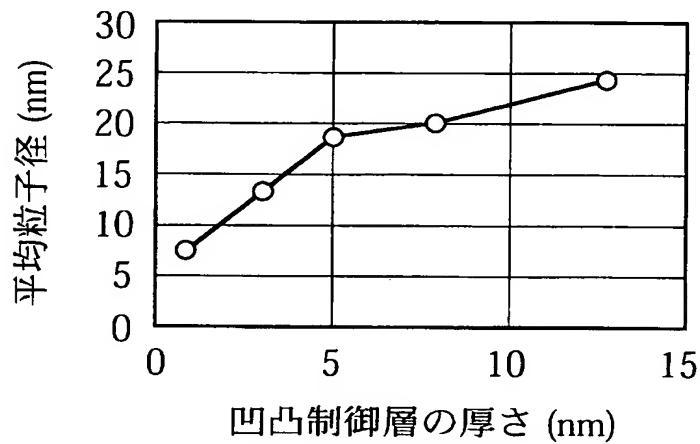
【図12】

サンプルDの積層構成



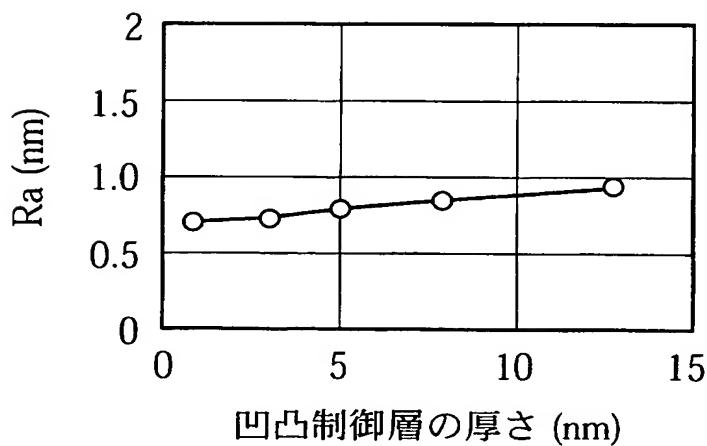
【図13】

平均粒子径の膜厚依存性



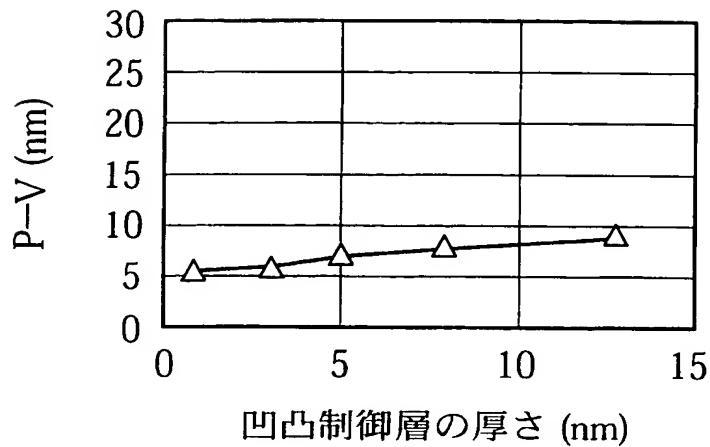
【図14】

Raの膜厚依存性



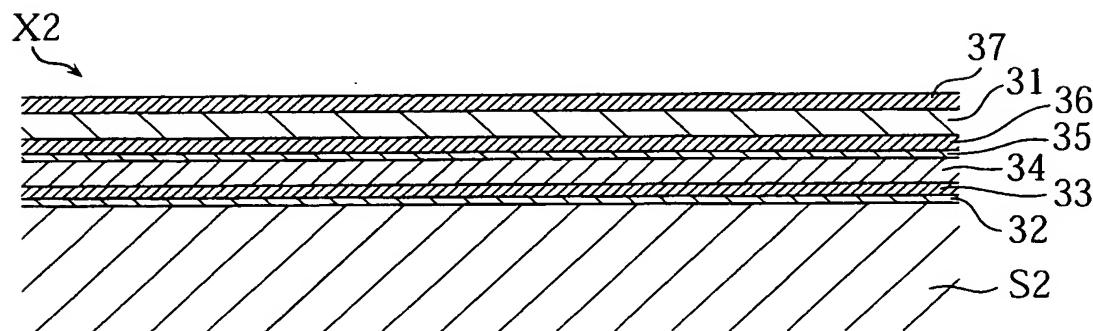
【図15】

P-Vの膜圧依存性



【図16】

第2の実施形態の磁気記録媒体



【図17】

図16の光磁気記録媒体の積層構成

保護膜	37
記録層	31
凹凸制御層	36
第2下地層	35
機能性層	34
初期層	33
第1下地層	32
基板	S2

【図18】

実施例1の光磁気記録媒体の積層構成

保護膜（透明樹脂，15μm）
エンハンス層（SiN, 35nm）
記録層（Tb ₂₂ Fe ₆₂ Co ₁₆ , 50nm）
凹凸制御層（Pt, 1nm）
第2下地層（SiN, 5nm）
放熱層（AlSi, 30nm）
初期層（Pt, 1nm）
第1下地層（SiN, 2nm）
基板（ガラス）

【図19】

比較例1の光磁気記録媒体の積層構成

保護膜（透明樹脂，15μm）
エンハンス層（SiN, 35nm）
記録層（Tb ₂₂ Fe ₆₂ Co ₁₆ , 50nm）
凹凸制御層（Pt, 1nm）
放熱層（AlSi, 30nm）
基板（ガラス）

【図20】

実施例2の光磁気記録媒体の積層構成

保護膜（透明樹脂，15μm）
エンハンス層（SiN, 35nm）
再生層（Gd ₂₇ Fe ₆₅ Co ₈ , 20nm）
中間層（Tb ₂₂ Fe ₇₈ , 15nm）
記録層（Tb ₂₂ Fe ₆₂ Co ₁₆ , 70nm）
凹凸制御層（Pt, 1nm）
第2下地層（SiN, 5nm）
放熱層（AlSi, 30nm）
初期層（Pt, 1nm）
第1下地層（SiN, 2nm）
基板（ガラス）

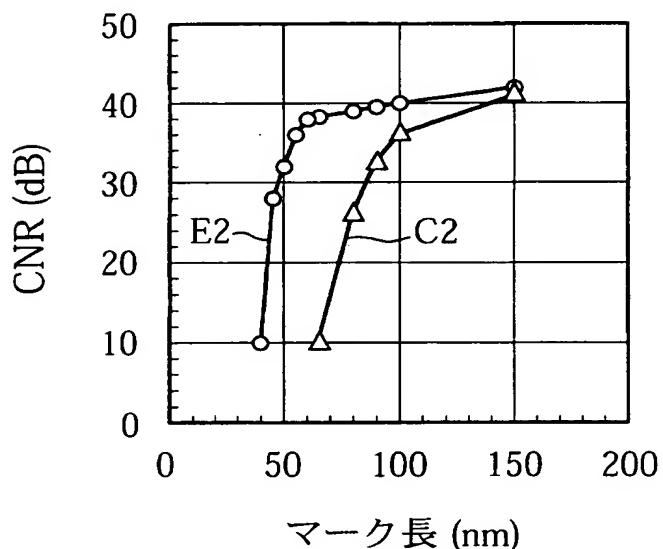
【図21】

比較例2の光磁気記録媒体の積層構成

保護膜 (透明樹脂, 15 μm)
エンハンス層 (SiN, 35nm)
再生層 ($\text{Gd}_{27}\text{Fe}_{65}\text{Co}_8$, 20nm)
中間層 ($\text{Tb}_{22}\text{Fe}_{78}$, 15nm)
記録層 ($\text{Tb}_{22}\text{Fe}_{62}\text{Co}_{16}$, 70nm)
凹凸制御層 (Pt, 1nm)
放熱層 (AlSi, 30nm)
基板 (ガラス)

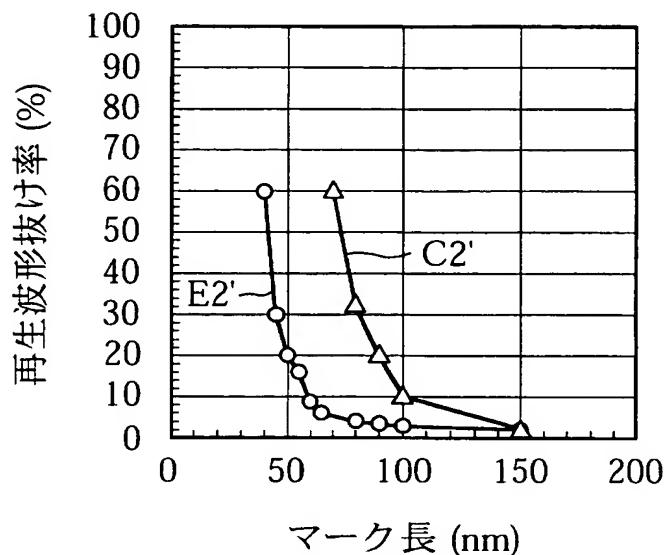
【図22】

CNRのマーク長依存性



【図23】

再生波形抜け率のマーク長依存性



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 垂直磁気異方性を有する記録層を備える記録媒体において、記録密度を良好に向上すること。

【解決手段】 本発明の記録媒体X1は、基板S1と、垂直磁気異方性を有して記録機能を担う記録層11と、基板S1から記録層11までの間に位置する第1下地層21と、第1下地層21よりも大きな表面張力を有し且つ第1下地層21における記録層11の側に接する、初期層22と、初期層22における記録層11の側に接する機能性層23と、を含む積層構造を有する。

【選択図】 図1

特願2003-341862

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社